

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 64-016304

(43)Date of publication of application : 19.01.1989

(51)Int.Cl.

B23B 27/20

B28D 1/16

(21)Application number : 62-171516

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 08.07.1987

(72)Inventor : OTSUKA YASUHIRO

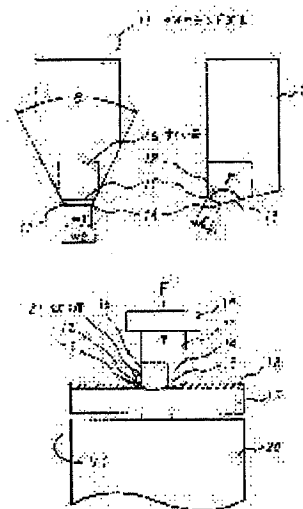
(54) DIAMOND TOOL AND METHOD FOR MACHINING FINE GROOVE THEREWITH

(57)Abstract:

PURPOSE: To form a fine groove having small depth with high accuracy on the soft layer of a hard base plate by setting the angle of a first front flank serving as a rake surface and a second cutting edge with respect to a second front flank serving as the first front flank and a first cutting edge at 90° or more and less than 180° .

CONSTITUTION: A diamond tool 11 is held in such a way that its first cutting edge 14 firstly comes into contact with a soft layer 18, so that a hard base plate 17 is elastically deformed, while a vertical load is applied on the tool 11 in such a way that its second cutting edge 15 comes into contact with the hard base plate 17. As a result, the whole face of a first front flank 12 in the tool 11 comes into contact with the surface of the hard base plate 17 and as well as the partial face of a second front flank 13 therein comes into contact with the surface of the hard base plate 17, thereby remarkably increasing the area of the edge of the diamond tool in contact with the surface of the hard base plate 17. Therefore,

compressive stress acting on the second cutting edge 15 is significantly reduced so that any minute breakage may not occur on the hard base plate 17, thereby forming a fine groove having small depth while keeping the corner and fillet radii of the second cutting edge 15 sharp.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-16304

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和64年(1989)1月19日

B 23 B 27/20
B 28 D 1/16

7528-3C
7366-3C

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑬ 発明の名称 ダイヤモンド工具および微細溝の加工方法

⑭ 特 願 昭62-171516

⑮ 出 願 昭62(1987)7月8日

⑯ 発 明 者 大 塚 泰 弘 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑰ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑱ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

ダイヤモンド工具および微細溝の加工方法

2. 特許請求の範囲

(1) すくい面と第二の切り刃稜を共有する第一の前述げ面と、該第一の前述げ面と第一の切り刃稜を共有する第二の前述げ面とを含み、前記第一の前述げ面と前記第二の前述げ面のなす角度が90度以上180度未満であることを特徴とするダイヤモンド工具。

(2) 硬質基板の表面に形成した軟質層膜にダイヤモンド工具を押し当てながら該ダイヤモンド工具に対し前記硬質基板を移動し、前記軟質層膜にその膜厚に等しい深さの微細溝を形成する溝加工方法において、前記ダイヤモンド工具の第一の前述げ面と第二の前述げ面により形成される第一の切り刃稜が前記軟質層膜に最初に接触するように前記ダイヤモンド工具を前記軟質層膜に

押し付け、前記微細溝の形成時に前記ダイヤモンド工具のすくい面と前記第一の前述げ面により形成される第二の切り刃稜が前記硬質基板に接し、しかも前記硬質基板に塑性的変形を与えない範囲内の荷重を前記ダイヤモンド工具に作用させることを特徴とする微細溝の加工方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、硬質基板の表面に形成された軟質層の切削加工に用いるダイヤモンド工具およびこのダイヤモンド工具を使用した微細溝の加工方法に関し、特に光ディスク原盤のブリグルグの加工方法およびこの加工方法に用いるダイヤモンド工具に関する。

〔従来の技術〕

第6図に示すように従来のダイヤモンド工具11は、すくい面16と前述げ面12が形成されているが(特願昭58-235514参照)。このダイヤモンド工具11を工具ホルダ19に取り付け、硬質

基板24の表面に形成された軟質層25に垂直方向の荷重Fを作用させて押し当てた状態で硬質基板24を取り付けたエアースピンドル20を回転させてダイヤモンド工具11に対し硬質基板24を移動させて軟質層25にその膜厚に等しい深さの横断面の形状が逆台形状の溝を形成していた。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上述のような従来のダイヤモンド工具を用いて上述のような使用方法により微細溝を形成する場合、第6図に示すようにダイヤモンド工具刃先に形成された切り刃稜15が常に硬質基板24の表面に接触しながら溝が形成される。このため、切り刃稜15は加工動作中常に硬質基板24から反力Rを受ける。ここでダイヤモンド工具に作用させる垂直方向の荷重をF、溝の形成に伴う切り屑排出に要する力(切削力)の垂直成分(背分力)をFtとすると、RとFとFtの間には次式が成立する。

$$F = Ft + R \dots (1)$$

軟質層膜25が完全に均質であって溝の加工動

作中に背分力Ftの変化がなく、しかも硬質基板24の表面が完全に平坦な面を有し、硬質基板24の表面に微小なうねりが存在しなければ、 $F = Ft$ なる垂直方向の一定荷重Fをダイヤモンド工具11に作用させることによって、切り刃稜15に作用する反力を $R = 0$ とすることができる。ところが実際には、完全に均質な軟質層24を得ることは困難であるため、ダイヤモンド工具11に作用する背分力Ftの大きさに変化が生じ、背分力Ftの変化に基づく反力Rが切り刃稜15に作用する(Fが一定のため)。さらに、硬質基板面24には微小なうねりが必ず存在するため、切り刃稜15がうねりに追従する時にも硬質基板面24から反力Rを受ける。このため加工動作中、切り刃稜15には次式で示す圧縮応力 σ が作用する。

$$\sigma = R / A \dots (2)$$

ここで、Aは切り刃稜15と硬質基板24の表面との接触面積であり、切り刃稜15の刃幅Wとその切り刃稜の丸み半径rの積に比例する。したがって、切り刃稜15の丸み半径rに着目すると、

$$\sigma = R / W r$$

あった。

切り刃稜15に微小なチップングが生じると加工動作中に切り刃稜15の刃幅が増加し、形成される溝幅に変化が生じ微細溝の加工精度が低下する。また切り刃稜15にチップングが生じると切り刃稜15の丸み半径rが増加し溝エッジ部に大きなバリが発生し加工精度が低下する。さらに切り刃稜15の丸み半径rが著しく増加し微細溝加工用ダイヤモンド工具11の切り取り厚さの分解能が形成する微細溝の深さ以下に低下した場合には、溝形成が行えなくなり、長い距離にわたり微細溝を形成することは困難であるという問題点を有していた。

本発明の目的はこのような従来のダイヤモンド工具およびその使用方法の問題点を解決して深さの浅い微細溝を高精度に、しかも長い距離にわたり形成できるダイヤモンド工具およびその使用方法を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明のダイヤモンド工具は、すくい面と第二

切り刃稜15に作用する圧縮応力 σ は(2)式から、切り刃稜15の切り刃丸み半径rに反比例して増加する。

一般に切削加工法では、切り刃稜の丸み半径rが小さい程工具の切り取り厚さの分解能が向上し深さが浅い溝の形成が可能となる。また、切り屑21の排出に伴い溝エッジ部には切り刃稜の丸み半径rにほぼ等しい大きさのバリが発生するため、切り刃稜の丸み半径rが小さい程バリの小さな高精度な微細溝を加工できる。このため、深さが浅くしかも高精度の微細溝を加工するためには切り刃稜15の丸み半径rを極力小さくすることが必要となる。ところが上述のように従来のダイヤモンド工具により微細溝を加工する場合、切り刃稜15の丸み半径rを小さくすると、切り刃稜15に作用する圧縮応力が増加し、加動動作中に軟質基板に微小な破壊が生じやすくなり、しかも硬質基板24に微小な破壊が生じる際に切り刃稜15には衝撃力が作用するため、切り刃稜15に微小なチップングが発生しやすくなるという問題点が

の切り刃稜を共有する第一の前逃げ面と、該第一の前逃げ面と第一の切り刃稜を共有する第二の前逃げ面とを含み、前記第一の前逃げ面と前記第二の前逃げ面のなす角度が90度以上180度未満であることを特徴とする。

本発明の微細溝の加工方法は、硬質基板の表面に形成した軟質層膜にダイヤモンド工具を押し当てながら該ダイヤモンド工具に対し前記硬質基板を移動し前記軟質層膜にその膜厚に等しい深さの微細溝を形成する溝加工方法において、前記ダイヤモンド工具の第一の前逃げ面と第二の前逃げ面により形成される第一の切り刃稜が前記軟質層膜に最初に接触するように前記ダイヤモンド工具を前記軟質層膜に押し付け、前記微細溝の形成時に前記ダイヤモンド工具のすくい面と前記第一の前逃げ面より形成される第二の切り刃稜が前記硬質基板に接し、しかも前記硬質基板に塑性的変形を与えない範囲内の荷重を前記ダイヤモンド工具に作用させることを特徴とする。

〔作用〕

- 7 -

のは、第二の切り刃稜が最初に軟質層に接触するように微細溝加工用ダイヤモンド工具を固定すると、従来の微細溝加工用ダイヤモンド工具の使用法と同様に第二の切り刃稜のみが硬質基板に接触するため、微細溝加工用ダイヤモンド工具の刃先と硬質基板との接触面積の増加を図ることができず、第二の切り刃稜にチップングが発生しやすくなるためである。第一の前逃げ面と第二の前逃げ面のなす角度を180度未満とするのは、この角度を180度以上にすると第一の切り刃稜を軟質層に最初に接触させることができなくなるためである。また第一の前逃げ面と第二の前逃げ面のなす角度を90度以上とするのは、この角度を小さくする程第一の切り刃稜と硬質基板の間に作用する圧縮応力が増加し第一の切り刃稜にチップングが生じやすくなるためであり、実験的に90度以上にすれば第一の切り刃稜にチップングが生じないことを確認した。

〔実施例〕

以下、本発明の第一の実施例について、図面を

- 9 -

本発明は、上述のようなダイヤモンド工具を用い、第一の切り刃稜が最初に軟質層に接触するようにダイヤモンド工具を保持し、硬質基板に弾性変形を生じさせ第二の切り刃稜が硬質基板に接するようにダイヤモンド工具に垂直方向の荷重を作用させることによって第一の前逃げ面を全面で硬質基板の表面に接触させることができ、しかも第二の前逃げ面の一部も硬質基板の表面に接触させることができるため、微細溝加工用ダイヤモンド工具の刃先と硬質基板の表面との接触面積を著しく増加させることができ、第二の切り刃稜に作用する圧縮応力を著しく低減することができる。このため硬質基板に微小な破壊を生じることなく、また第二の切り刃稜にチップングが発生することなく第二の切り刃稜の丸み半径 r を極めて鋭利に保ちながら微細溝を形成することができ、深さが浅い極めて高精度の微細溝を長い距離にわたり形成することができる。

なお、第一の切り刃稜が最初に軟質層に接するように微細溝加工用ダイヤモンド工具を保持する

- 8 -

参照にして詳細に説明する。第2図(a)および(b)は本発明の一実施例によるブリググループ付き光ディスク原盤の製造方法を工程順に示した概略図、第1図(a)、(b)および(c)はそれぞれ第2図の実施例に用いたダイヤモンド工具11の上面図、側面図および正面図である。本実施例のダイヤモンド工具11にはすくい面16と第一および第二の前逃げ面12、13が形成されている。

ダイヤモンド工具11の第一の前逃げ面12の長さは l ($l=2.9\mu\text{m}$)であり、第一の前逃げ面12と第二の前逃げ面13のなす角度は γ ($\gamma=172^\circ$)、第一の前逃げ面12と第二の前逃げ面12のなす第一の切り刃稜14の幅は $W1$ ($W1=0.6\mu\text{m}$)、すくい面16と第一の前逃げ面12のなす第二切り刃稜15の幅は $W2$ ($W2=0.8\mu\text{m}$)である。すくい面16の刃先角は θ ($\theta=60^\circ$)である。

まず第2図(a)に示すように、直径200mmのガラス基板17(硬質基板に相当)の表面にスパッタ法によって形成した膜厚0.07 μm のCu膜18(

- 10 -

軟質層に相当)に第一の切り刃稜14が最初に接触するようにダイヤモンド工具11を工具ホルダ19に固定し、ガラス基板17をエアースピンドル20に固定した。ここで第一の前述面12とCu膜18のなす角度 δ は($\delta=0.7$ 度)とした。

次に第1図(b)に示すようにエアースピンドル20を一定速度 V_1 ($V_1=100\text{rpm}$)で回転し、同時にダイヤモンド工具11をガラス基板17の半径方向(紙面に垂直な方向)に一定速度 V_2 ($V_2=0.16\text{mm/min}$)で移動しながら、Cu膜18に垂直上方から微細溝加工用ダイヤモンド工具11を荷重 F ($F=0.04\text{g}$)で押し付け、第一の切り刃稜14をCu膜18に接触させた。微細溝加工用ダイヤモンド工具11に作用させる垂直方向の荷重 F を徐々に増加したところ、 $F=0.8\text{g}$ で第二の切り刃稜15がガラス基板17に接触し切り屑21を排出し、Cu膜18に第3図に示すような溝幅が $0.8\mu\text{m}$ で溝深さがCu膜18の膜厚に等しく $0.07\mu\text{m}$ である微細溝22をCu膜18上の直径 $\phi 85\text{mm}$ ~ $\phi 195\text{mm}$ の領域に、ピッチ $1.6\mu\text{m}$ でスバ

- 11 -

盤の加工を行ったところ(荷重 $F=0.4\text{g}$)、加工距離がわずかに 400m でガラス基板17に微小破壊が生じ、第6図に示す切り刃稜15にはチップングが生じ溝形成ができなくなった。

以上のように本発明の一実施例では、深さが $0.07\mu\text{m}$ と極めて浅い微細溝を極めて高精度に、しかも長い距離にわたり形成できることを確認した。

次に本発明の第二の実施例として、回折格子の原盤を作成した。第4図(a)および(b)に回折格子の原盤の製造方法を工程順に示した概略図を示す。加工に用いたダイヤモンド工具11は上述の実施例と同じ第1図に示すものを用いた。

まず、第4図(a)に示すように 1cm 角のガラス基板17にスパッタ法によりCu膜18を膜厚 $0.8\mu\text{m}$ に形成し、ガラス基板17をエアースライド23上に固定した。次いで、第2図に示す実施例と同様にして第一の切り刃稜14がCu膜18に接触するようにダイヤモンド工具11を工具ホルダ19に固定した。次に、第4図(b)に示すようにエアースライド23を一定速度 V_3 ($V_3=1.0$

- 13 -

イラル状に形成し、ブリググループ付き光ディスク原盤を作成することができた。ここで形成した微細溝22の全長は約 15.1Km であり、加工の前後に第二の切り刃稜15にチップングが生じていないことを電子顕微鏡観察から確認した。

形成した微細溝22のエッジ部の形状を表面粗さ計により測定したところ、溝エッジ部のバリは、用いた表面粗さ計では分解能が不足しバリの大きさを測定することができなかった。測定に用いた表面粗さ計の測定分解能は 20\AA であることから、微細溝22のエッジ部には少なくとも 20\AA 以上の大きさのバリは発生していないことを確認した。またCu膜18上 $\phi 85\text{mm}$ の位置と $\phi 195\text{mm}$ の位置での微細溝22の溝幅の比較を電子顕微鏡観察により行ったところ、溝幅に変化がないことを確認した。なお、比較のため切り刃稜の丸み半径が $r=0.01\mu\text{m}$ である第6図に示す従来のダイヤモンド工具を用い、第2図に示す一実施例と同様にして(ただし、ガラス基板17の表面とは切り刃稜15のみが接触する)ブリググループ付き光ディスク原

- 12 -

mm/min)で移動しながらダイヤモンド工具11に垂直荷重 F ($F=0.04\text{g}$)を作用させ、ダイヤモンド工具11をCu膜18に押し付けた。微細溝加工用ダイヤモンド工具11に作用させる垂直荷重を徐々に増加し、 $F=2.8\text{g}$ にしたところ第二の切り刃稜15がガラス基板17に接触するようになり、第5図(b)に示すような溝幅 $0.8\mu\text{m}$ 、深さ $0.8\mu\text{m}$ の直線状の微細溝22を形成することができた。一本の微細溝22の全長を約 1mm とし、微細溝22を1本形成するたびに微細溝加工用ダイヤモンド工具11を微細溝22の溝幅方向に $1.6\mu\text{m}$ 移動させ、ピッチ $1.6\mu\text{m}$ で625本の微細溝22をCu膜18上に形成し第5図(a)に示すような回折格子の原盤を作成した。

作成した回折格子の原盤上の微細溝22のエッジ部のバリの大きさを表面粗さ計で測定したところ、上述の第一の実施例と同様にバリの大きさは少なくとも 20\AA 以下であることを確認した。また、一本目に形成した微細溝22と625本目に形成した微細溝22の溝幅を電子顕微鏡観察により

- 14 -

比較したところ、溝幅に変化が生じていないことを確認した。

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、深さの浅い微細溝を高精度にしかも長い距離にわたり形成することができるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a)、(b)および(c)はそれぞれ本発明の第一の実施例で用いるダイヤモンド工具の上面図、側面図および正面図、第2図(a)および(b)はそれぞれ本発明の第一の実施例としてブリググループ付き光ディスク原盤の作成方法を示す工程順に示す模式図、第3図は本発明の第一の実施例によって作成したブリググループ付き光ディスク原盤の断面図、第4図(a)および(b)は本発明の第二の実施例として回折格子用原盤の作成方法を示す模式図、第5図(a)および(b)は本発明の第二の実施例によって作成した回折格子用原盤の正面図および断面図、第6図は従来のダイヤモンド工具を示した概略図であ

- 15 -

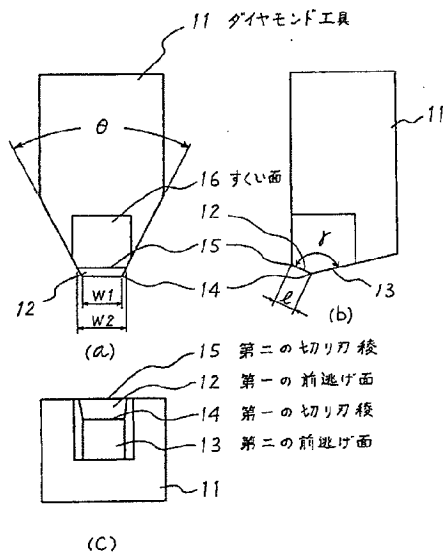
る。

11 ……ダイヤモンド工具、12 ……第一の前逃げ面、13 ……第二の前逃げ面、14 ……第一の切り刃稜、15 ……第二の切り刃稜、16 ……すくい面、17 ……ガラス基板、18 ……Cu膜、19 ……工具ホルダ、20 ……エアースピンドル、21 ……切り屑、22 ……微細溝、23 ……エアースライド、24 ……硬質基板、25 ……軟質層。

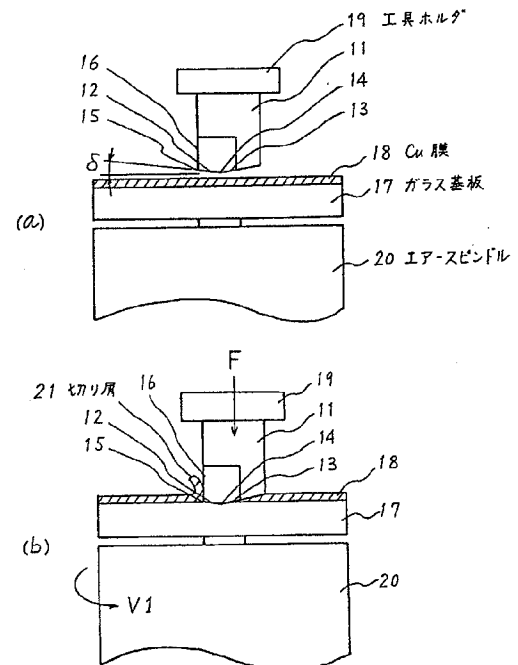
代理人 弁理士 内 原



- 16 -



第1図



第2図

